Ленинградское Отделение НИТО
Городского Электротранспорта.

Нормы расхода электроэнергии для трамвайного движения

Кандидат технических наук
инж. О. Штерцер.

23.960

Ленинград 1939г.

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

621.33
Ш.86

Ленинградское Отделение Н И Т О

Городского Электротранспорта.

Нормы расхода электроэнергии для трамвайного движения.

Кандидат технических наук
инж. О. ШТЕРЦЕР.

23.960

Ленинград 1939 г.

О Г Л А В Л Е Н И Е.

		Стр.
I.	Постановка вопроса . . . . . -	I
2.	Методика расчета норм удельного расхода электроэнергии на трамвайное пассажирское движение	6
3.	Расчет плановых норм и действительного удельного расхода электроэнергии . . . . -	27
4.	З а к л ю ч е н и е . . . . . -	48

НОРМЫ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ДЛЯ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ.

I. Постановка вопроса.

До настоящего времени в практике трамвайных хозяйств у нас и заграницей измерителем расхода электроэнергии для ~~движения поездов служит расход энергии на один приведенный~~ моторный вагонокилометр, выраженный в киловаттчасах. Этот удельный расход электроэнергии расчитывается по эксплоатационным данным предшествующих отчетных периодов.

Приведение вагонокилометров при наличии вагонов разных типов производится к моторному двухосному вагону с помощью так называемых коэфициентов приведения, представляющих собой отношение веса любого вагона по таре к весу по таре моторного двухосного вагона, принимаемого за единицу.

Определяемый таким образом статистически удельный расход электроэнергии содержит в себе не только расход на собственно движение, но и энергию расходуемую на различные вспомогательные нужды трамвайного хозяйства - вспомогательное и маневровое движение поездов, грузовое движение, освещение, стационарные установки мастерских и другие технические цели, поскольку эта энергия отпускается также подстанциями и учитывается общими счетчиками на шинах переменного тока подстанций.

Действительный удельный расход электроэнергии, определенный по отчетным данным, как правило не анализируется трамвайными хозяйствами для выявления причин динамики цифр удельного расхода.

При планировании удельного расхода энергии за основу обычно берется статистически определенный удельный расход энергии предшествующего отчетного периода и по соображению корректируется на изменение скорости на планируемый период, а также на изменение веса тары вагонов, если это имеет место.

В достаточной мере проработанной и технически обоснований методикой расчета влияния на удельный расход электроэнергии - скорости, удельного сопротивления движению, составности и типа поезда, случайных задержек движения /помех/ и других факторов, трамвайные хозяйства не располагают.

Значительным шагом вперед в смысле уточнения расхода электроэнергии на движение трамвайных поездов является проведение некоторыми хозяйствами так называемой расчистки, т.е. выделение из общего расхода энергии, отпускаемой подстанциями, энергии, которая расходуется на вспомогательные технические нужды, грузовое движение, подсобное движение, в том числе троллейбусы. Учет расхода электроэнергии на технические нужды для выделения расхода на основное пассажирское движение, осуществимо как показала практика, с достаточной точностью путем регистрации всех установленных мощностей и учета на основе данных частично имеющихся у потребителей счетчиков или расчета по журнальным записям работы.

С точки зрения правильного учета и обеспечения возможности более простого анализа расхода электроэнергии на движение поездов имеет значение измеритель удельного расхода.

Общепринятый в практике трамваев измеритель - расход электроэнергии на вагонокилометр, по сравнению с измерителем, установившемся в практике электрических железных дорог

– расход электроэнергии на вагонокилометр – имеет следующие недостатки:

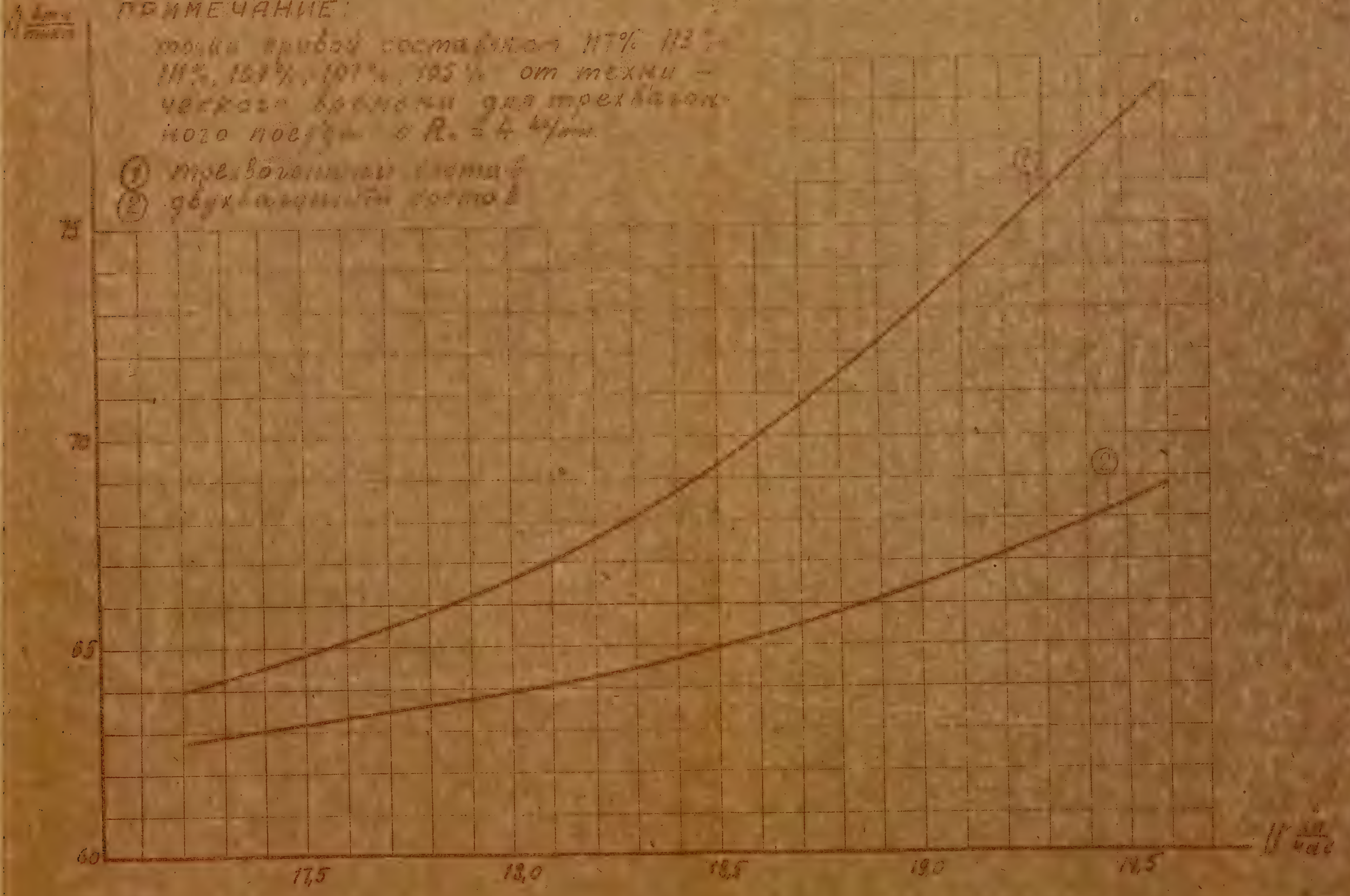
а/ получаемый удельный расход электроэнергии на вагонокилометр зависит от веса тары вагонов и их наполнения пассажирами, поэтому сравнение величины удельного расхода по разным отчетным периодам и одной и той же [illegible] [illegible] [illegible] необходимостью [illegible] удельного расхода [illegible] [illegible] удельный расход электроэнергии.

Например, в Ленинграде вес тары [illegible] [illegible] [illegible] 12,7 квт.ч. [illegible] [illegible] вагонокилометрах, что и [illegible] удельный расход электроэнергии, но и [illegible] вагонокилометр [illegible]. [illegible] требует [illegible].

При большей величине [illegible] разнице в весе [illegible] [illegible] [illegible] Москве 11,4 квт.ч, а Ленинграде, как выше отмечено – 12,7 квт.ч.

Во [illegible] указанного недостатка [illegible] удельного расхода электроэнергии на тонно-километр, [illegible] [illegible] удельного расхода [illegible] [illegible]

ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ ХОДОВОЙ СКОРОСТИ /В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ/



величины удельного расхода электроэнергии в отношении [illegible] будет меньше и не требуется для каждой нагрузки дополнительных расчетов по данному [illegible].

б/ В измерителях расхода по электроэнергии в существующих правилах ошибочно считают, что моторные и прицепные вагоны имеют одинаковые коэффициенты приведения в поездах равной составности, например вагон каждого из опытных поездов электрификации / см. диаграмму 2/ на тонно-километр для двухвагонного и четырехвагонного поезда, что при одинаковой ходовой скорости и одинаковых весах других вагонов удельный расход электроэнергии на четырехвагонный поезд выше, чем на двухвагонный, это обстоятельство всегда имеет место при наличии на линии поездов разной составности и ходовой скорости для всех типов поездов, применяемых ошибочно таковой показатель, в данном случае [illegible].

Отсюда очевидно, что если принять за единицу измерения [illegible] двухосного моторного вагона в двухвагонном составе, то моторный двухосный вагон в трехвагонном составе должен иметь коэффициент приведения больше единицы, а то, что [illegible] обычно не принимается за единицу.

Точно также коэффициент приведения прицепного вагона в трехвагонном составе должен быть выше, чем в двухвагонном, а не одинаковым, как это принято считать.

в/ Принципиально неправильно считать коэффициент приведения при измерении электроэнергии на тонно-километр [illegible] тары моторного вагона к весу тары моторного двухосного вагона, принимаемого за единицу. С учетом замечаний, указанных в предыдущем пункте /б/ коэффициенты приведения надлежит определять по отношению веса брутто, т.е. с учетом населенности вагонов, что изменяет коэффициенты приведения для разных вагонов.

Таким образом измеритель удельного расхода электроэнергии на тонно-километр не имеет никаких преимуществ перед измерением электроэнергии на вагоно-километр. Наоборот, последний измеритель приводит [illegible] вагонов, [illegible], что упрощает планирование расхода электроэнергии, исходя из [illegible] вагонов и [illegible] вагонов. С другой стороны, [illegible], [illegible] необходимости при анализе действительного расхода электроэнергии в каждом случае выявлять особо влияние на [illegible] вагонов и их [illegible], что [illegible] облегчает [illegible] работу.

Как показывает опыт /4,5/, анализ расхода электроэнергии на вагонокилометр не освобождает от необходимости [illegible], что [illegible] ошибочно [illegible] преимущества [illegible] измерения.

Изложенные соображения дают основание [illegible] от старого измерителя и перейти на новый измеритель удельного расхода электроэнергии – на вагонокилометр, [illegible] электрических железных дорог.

[illegible] технической [illegible], [illegible] и проведении [illegible] по [illegible] расхода электроэнергии, [illegible] точные расчетные методы, научно обоснованные [illegible] удельного расхода электроэнергии на движение поездов, ни при [illegible] и учете [illegible] удельного расхода.

[illegible] норм удельного [illegible] не [illegible] с действительными, которые

и не решают вопросов по изменившимся условиям движения.

На сегодня, в целях обеспечения максимального снижения расхода электроэнергии на движение поездов, статистический метод не может уже удовлетворить.

Поэтому должны разрабатываться технически обоснованные расчетные методы, по которым можно было бы [illegible] пользоваться ими для определения норм удельного расхода электроэнергии. [illegible] действительного расхода по отчетным данным с расходом по [illegible] или перерасхода против плановых норм.

II. Методика расчета норм удельного расхода электроэнергии по [illegible] пассажирскому движению.

Удельный расход электроэнергии на тонно-километр для грузового поезда определенного типа, состоящего из двухосных или четырехосных вагонов и разного числа вагонов в поезде, может быть разделен на две части – основной расход и дополнительный.

К основному расходу относят ту часть электроэнергии, идущую непосредственно на движение поезда и в количественном отношении зависящую от основных определяющих движение факторов. При заданной мощности, [illegible] и схеме включения двигателей, [illegible] основными факторами являются:

1. Трасса пути – план и профиль, профиль пути, кривые, ограничения скоростей и остановки.

2. Основные параметры для электрической тяги /величина ускорения, замедления и торможения/ и ограничения скорости, а также [illegible] для движения поезда по перегону.

2. [illegible] энергия на перегонах.

3. Сопротивление движению, [illegible] основных законов в поезде, основные [illegible] и влияние метеорологических условий на величину удельного [illegible] сопротивления движению.

4. Составность поездов по типам / однолокомотивные, двух или трехлокомотивные из [illegible] или четырехосными вагонами/.

Дополнительный расход электроэнергии на движение поезда складывается из [illegible], которые имеют [illegible] характер [illegible] не нормируются и определяются особыми условиями. [illegible] расхода электроэнергии [illegible] от вида дополнительных факторов, [illegible], а также увеличивают [illegible] от движения.

Дополнительный расход электроэнергии вызывается:

1. Помехи движению / случайные задержки/

2. Отклонения от нормального движения: остановки, снижение скорости и другие отступления от нормального движения поезда по графику.

3. Отопление вагонов.

4. Электроснабжение и освещение вагонов.

5. Потери на преобразование электроэнергии на подстанциях и потери в тяговой и контактной сети.

В расчетному методу определения удельного расхода электроэнергии для движения, [illegible] основному [illegible] методу, как для целей [illegible] технических норм, так и для анализа [illegible] удельного расхода, предъявляются следующие требования.

1. В [illegible] удельного расхода электроэнергии должны быть учтены все [illegible], [illegible] остановок и дополнительных расходов.

2. [illegible] для определения [illegible] условий эксплуатации [illegible], [illegible], [illegible] значение [illegible]. Но для [illegible] удельного расхода [illegible] должна быть определена зависимость удельного расхода энергии от трех нормативных факторов.

а/ [illegible] нагрузки;

б/ [illegible] движения.

3. Поскольку для поездов разных [illegible] и разной составности удельные расходы электроэнергии на тонно-километр различны, метод должен обеспечивать возможность определять удельный расход для каждого [illegible] в отдельности. [illegible] удельный расход электроэнергии на движение [illegible] того или другого [illegible] расход поездов [illegible], [illegible] по объему [illegible] по [illegible], [illegible] в тонно-километрах.

4. Расчетный метод должен обеспечивать возможность:

а/ Планировать на [illegible] учетные периоды /по месяцам/ удельный и общий расход электроэнергии.

б/ Сопоставлять фактические удельные и общий расход электроэнергии за [illegible] периоды.

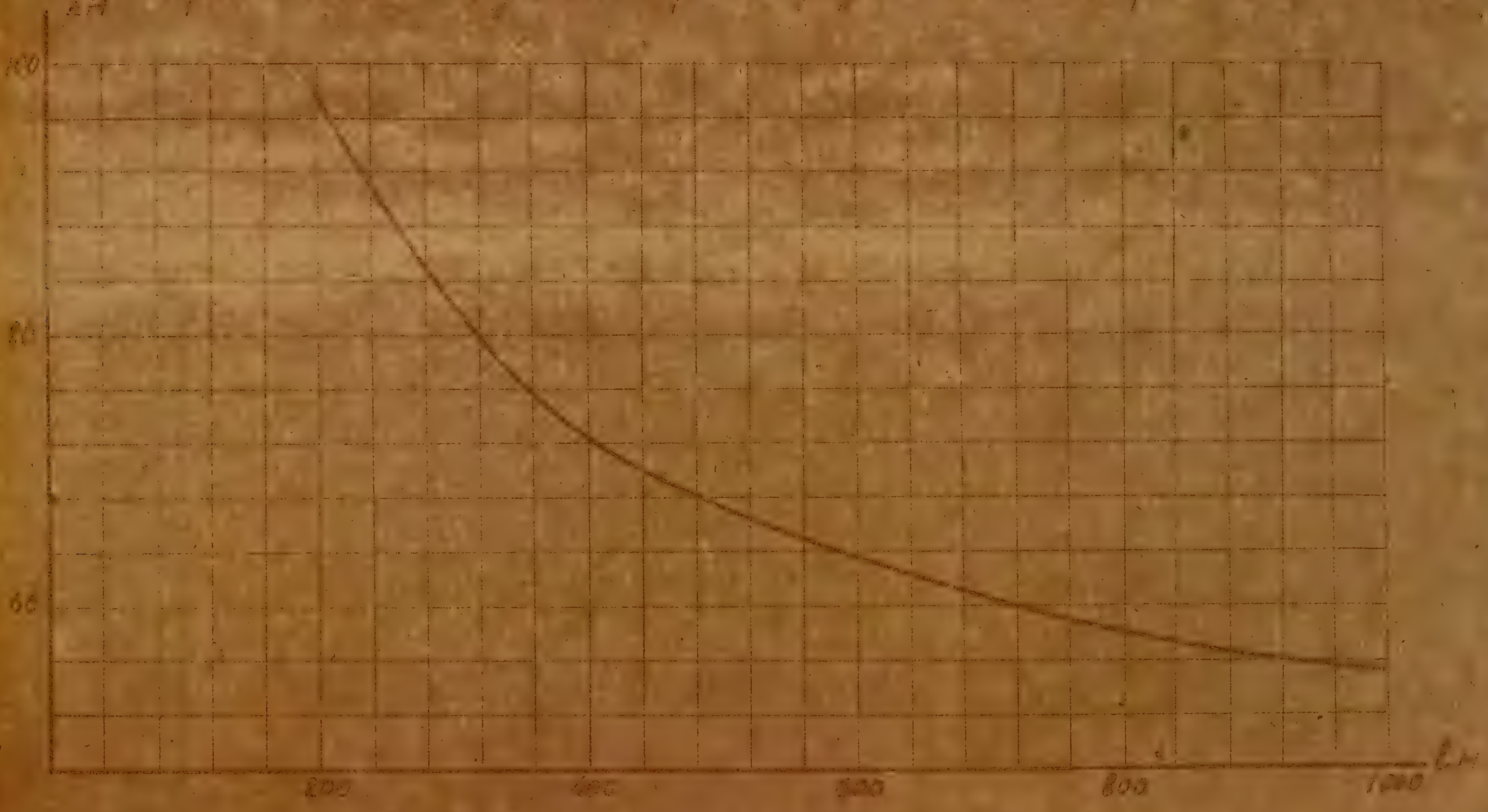
в/ Производить анализ отклонения фактического удельного расхода от [illegible] по отдельным факторам, определяющим расход.

5. Точность метода расчета [illegible] удельного расхода должна быть такой, чтобы [illegible] расход электроэнергии на движение по [illegible] не отличался от фактического более чем на ± [illegible] за [illegible] период, и не более ± [illegible] за годовой период в целом.

Большие требования, которые предъявляются к расчетному методу определения расхода электроэнергии на движение поездов, заставляют отказаться от приближенных методов расчета, поскольку они не дают необходимой точности и не удовлетворяют поставленным выше требованиям.

2 ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТРЕХВАГОННОГО СОСТАВА ИЗ ДВУХОСНЫХ ВАГОНОВ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ДЛИНЫ ПЕРЕГОНА ПРИ А=4‰ И ТЕХНИЧЕСКИХ СКОРОСТЯХ

Примечание: Удельный расход дан в вати переменного тока



Большие [illegible], которые [illegible] к [illegible] методу определения расходов электроэнергии на движение поездов, [illegible] основанных на приближенных методах расчета, поскольку они не дают необходимой точности и не удовлетворяют предъявляемым ныне требованиям.

Легко убедиться, что в условиях любого [illegible] [illegible], различные перегоны [illegible] [illegible] в [illegible] [illegible] колебания в удельном расходе электроэнергии.

Для [illegible] [illegible] перегонов [illegible] [illegible] [illegible]ности между удельным расходом и длиной перегона и легко получить зависимость удельного расхода от длины перегона для разных сопротивлений движению.

Данная зависимость представлена на диаграмме /3/ при начальном удельном сопротивлении движению R_0 = 4 кгр/тн.

Для разных сопротивлений движению получается серия аналогичных кривых, при чем на этих кривых удельный расход относится к [illegible] скорости, [illegible] [illegible] по условиям безопасности движения на перегоне. Эти кривые [illegible] выражают понятие технической удельный расход энергии [illegible] и [illegible] [illegible] [illegible] закономерности.

Ни же получается никакой закономерности для удельного расхода электроэнергии в зависимости от длины перегона на перегонах со сложной кривой с различно расположенными по длине подъемами, спусками, горизонталями, площадками и уклонами.

[illegible] [illegible] по перегонам [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], что из 495 перегонов [illegible] [illegible] – [illegible] [illegible], [illegible] в [illegible] – всего 106 перегонов /21,4%/. [illegible] [illegible] перегоны / 289/ относятся к категориям сложным, т.е. имеют различно расположенные по длине крупные, средние и [illegible]-

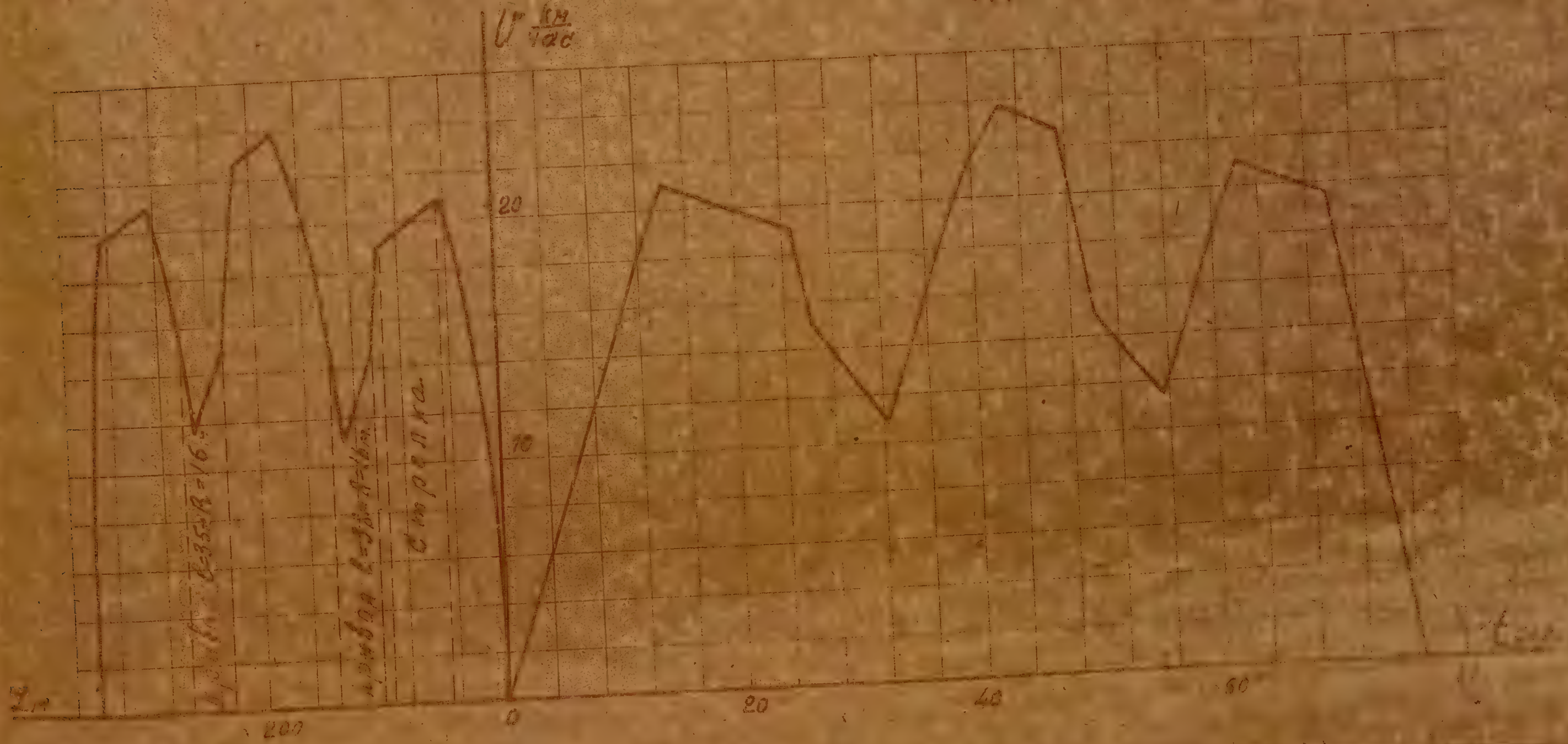
сечения. Подъемы и уклоны имеющие ...

3

ДИАГРАММА ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАЧАЛЬНОМ УДЕЛЬНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЮ 4 $\frac{кг}{тн}$ ДЛЯ ТРЕХВАГОННОГО ПОЕЗДА ИЗ ДВУХОСНЫХ ВАГОНОВ С ДВИГАТЕЛЯМИ ПТ-35

ПЕРЕГОН: ПР. МАИОРОВА-ПРАЧЕЧНЫЙ ПЕР. ДЛИНА 340 м

УД. РАСХОД 685 $\frac{вт.ч}{т.км}$

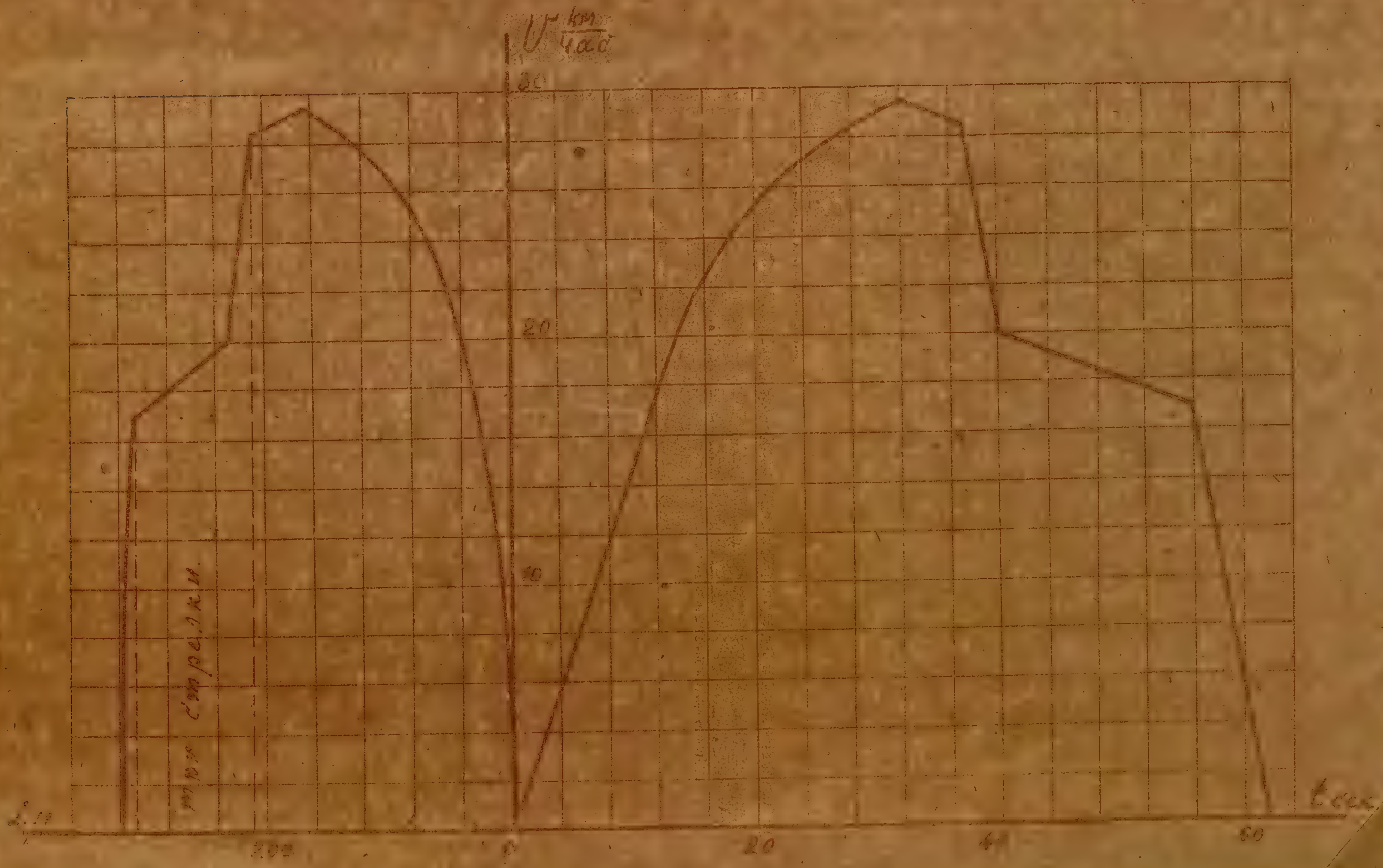


сечения. Под'емы и уклоны [illegible]

4 ДИАГРАММА ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАЧАЛЬНОМ УДЕЛЬНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЮ 4 $\frac{кг}{т}$ ДЛЯ ТРЕХВАГОННОГО ПОЕЗДА ИЗ ДВУХОСНЫХ ВАГОНОВ С ДВИГАТЕЛЯМИ ПТ-435

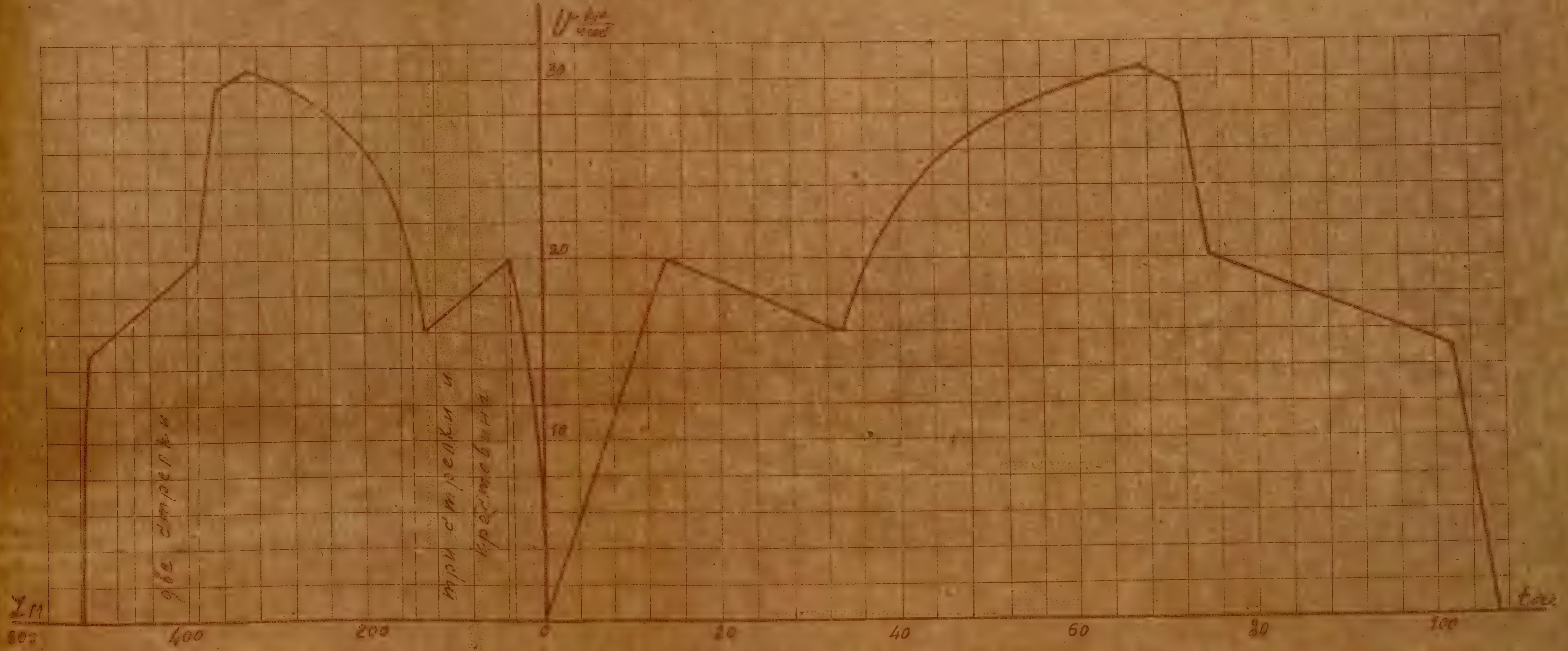
ПЕРЕГОН: 10-я СОВЕТСКАЯ УЛ. — УЛ. МОИСЕЕНКО. ДЛИНА 315 м.

УД. РАСХОД 54 $\frac{вт\text{-}ч}{т\text{-}км}$

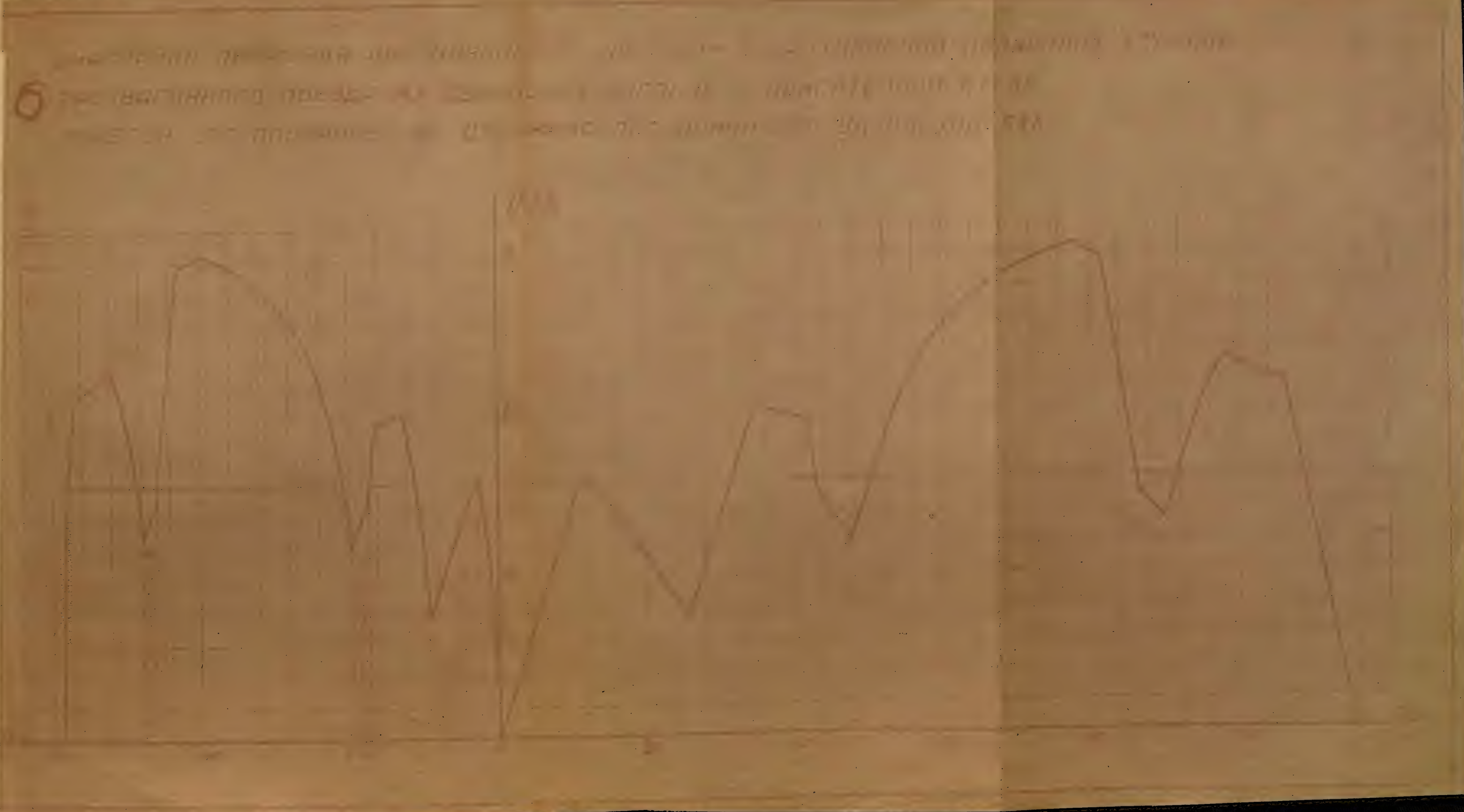


сечения. Под'емы и уклоны имеются как на прямых, так и слож-
ных перегонах.

5 ДИАГРАММА ДВИЖЕНИЯ ПРИ НАЧАЛЬНОМ УДЕЛЬНОМ СОПРОТИВЛЕИИ ДВИЖЕНИЮ 4 ДЛЯ ТРЕХВАГОННОГО СОСТАВА ИЗ ДВУХОСНЫХ ВАГОНОВ С ДВИГАТЕЛЯМИ ПТ-35
ПЕРЕГОН: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИН-Т — 7ª КРАСНОАРМЕЙСКАЯ. ДЛИНА 518 м. УД. РАСХОД 39,1



сечения. Под'емы и уклоны имеются как на н ямых, так и слож-
них перегонах.



сечения. [illegible]

[illegible]

[illegible]

1. Перегон [illegible] длин. [illegible] метр., сложный [illegible] удельн. расход [illegible] втч/т.км

2. -"- [illegible] ул. [illegible], длина [illegible] метр., сложн. [illegible] удельн. расход 54 втч/т.км.

3. -"- ул. [illegible] -ул. [illegible], длина 880 метр., сложный [illegible] удельн. расход 60,8 втч/т.км.

4. -"- Технологический [illegible], длина [illegible] метр. сложный [illegible] расход 29,1 вт ч/т.км.

[illegible]

[illegible] /5,4,6,5/ [illegible]

[illegible]

[illegible]

Сущность построения эквивалентной диаграммы движе- x/
ния заключается в том, что на перегоне средний [illegible] уклон
строится [illegible] диаграмма движения как для единого
целого перегона. При этом к фактическому сопротивлению
движения / при нулевом уклоне/ добавляется средневзве-
шенное добавочное сопротивление кривых и эквивалентный
подъем. Сопротивление [illegible] от сопротивления движения по
[illegible] формулам, ходовое время на
эквивалентном перегоне [illegible]
[illegible]
у остановок [illegible] движения.

Если метод "эквивалентного перегона" и может быть
допустим для [illegible] грубоориентировочных тяговых расче-
тов, то для [illegible] расчета расхода энергии на конкретном
поезде этот способ не может дать требуемой и надлежа-
щей точности. Причина заключается в принципиальной непра-
вильности построения диаграмм по следующим мотивам:

а/ как проверено на построении большого числа
диаграмм движения для разных по профилю [illegible] перегонов,
удельный расход электроэнергии на движение поезда зависит
в большей мере от [illegible] распределения [illegible] перего-
на – расположения по длине перегона [illegible] разных [illegible]
и кривых, расположения [illegible], подъемов и
спусков в [illegible] перегона между остановками. Указан-
ные расположения по длине перегона перечисленных [illegible]
не [illegible] не учитываются при построении эквива-
лентной диаграммы.

---

x/ средневзвешенный [illegible]
выраженный в [illegible].

б/ в результате указанных в п./а/ обстоятельств элементы [illegible] поездов по [illegible] по [illegible] [illegible] не обеспечивают [illegible] [illegible] перегонов и [illegible] в [illegible] [illegible] диаграммы движения,

в/ фиксация диаграммы скорости $V = f(S)$ на "[illegible]", [illegible] и правильного расхода электроэнергии, поскольку [illegible] электроэнергии, [illegible] потерях, вследствие сопротивления [illegible], [illegible], [illegible] и торможения до [illegible] и [illegible] [illegible] по [illegible] средним условиям движения, или [illegible].

Таким образом, несмотря на простоту построения диаграммы движения, этот способ не может быть использован для расчёта и анализа расходов электроэнергии на тягу [illegible] поездов.

Не удовлетворяет также поставленным выше требованиям и [illegible] метод определения расхода электроэнергии методом разделения расхода энергии и приведения к средним условиям движения на перегонах.

Указанный метод разделения расхода энергии по средним для [illegible] дает возможность производить ориентировочные расчёты удельного и общего расхода электроэнергии, но не обеспечивает требуемой для [illegible] точности. Кроме того, этот метод не дает возможности разделить суммарный расход электроэнергии на расход, [illegible] от удельного сопротивления движения и расход, зависящий от заданной скорости движения.

Последнее обстоятельство в свою очередь не позволяет в [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

хода электроэнергии на свои тяговые нужды и использования изменения удельного сопротивления движения в каждой опера- [illegible] ции, а также [illegible] удельного [illegible] по [illegible] удельным сопро- тивлением движению и ходовой скорости для разных планируемых периодов – по [illegible] и годовой расход в целом.

[illegible] метода [illegible] расхода по [illegible] между измерениями.

Удельный расход электроэнергии на преодоление основного сопротивления движению по методу [illegible] определяется выражением[к]

$$a_o = \frac{2,725 \cdot w_{cp}}{\eta} \quad \frac{квт}{т.км} \qquad /1/$$

отнесенное у токоприемника поезда, где η – к.п.д. электровоза и передачи, w_{cp} – среднеэквивалентное удельное сопротивление движению поезда, содержащее в себе и скоростную добавку.

В пределах [illegible] выражение /1/ [illegible] значений удельного сопротивления [illegible] на удельный расход электроэнергии.

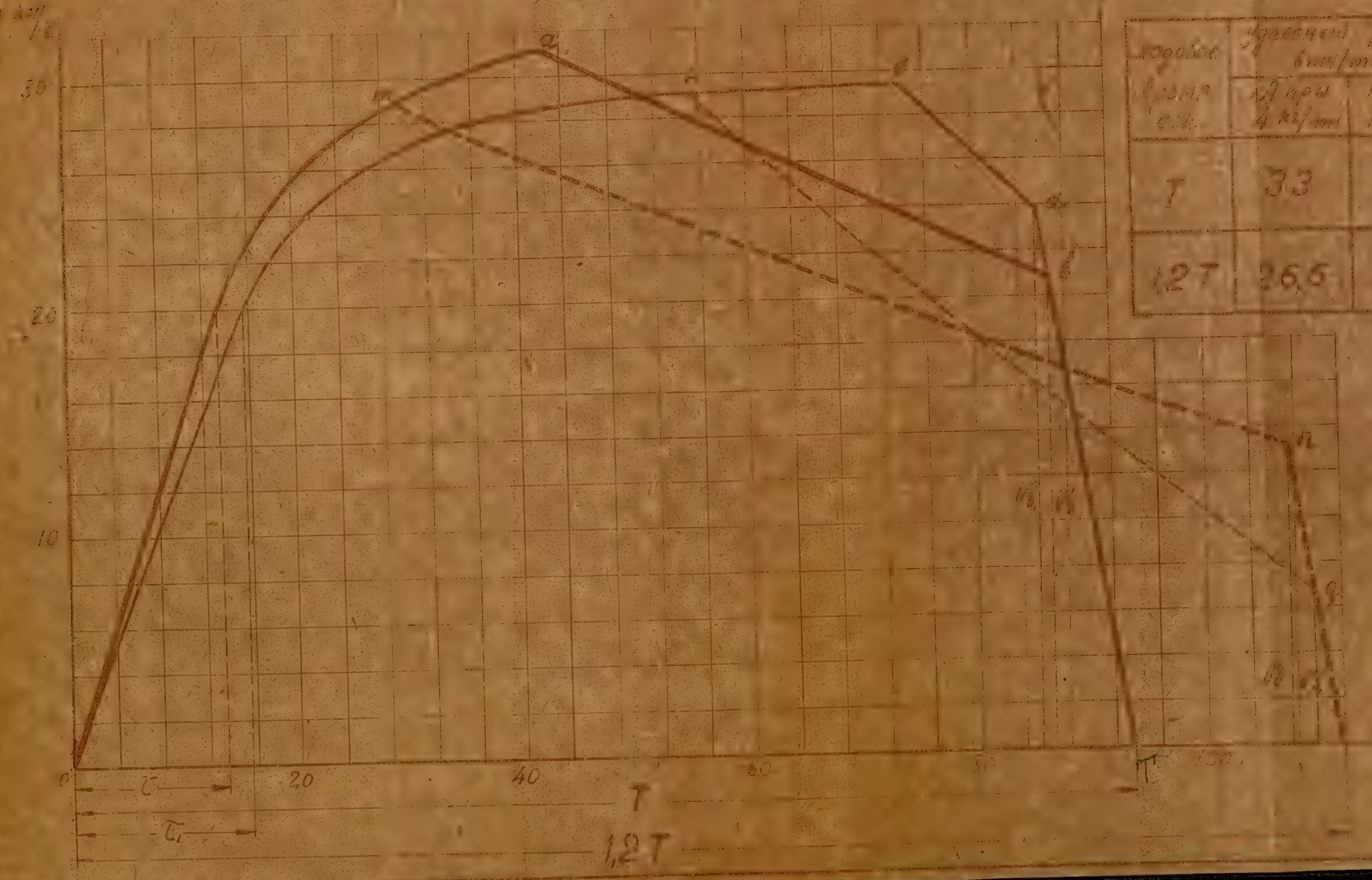
Легко видеть из анализа [illegible]

Поэтому, если [illegible] удельное сопротивление [illegible] на величину Δw_{cp}, то при [illegible] скорости удельный расход электроэнергии изменится на величину

$$\sum \Delta a_y = \Delta a_o + \Delta a_p \pm \Delta a_T \qquad /2/$$

к/ Проф. Шевалин В.А. "Тяговые расчеты эл.жел.дорог".

7 ВЛИЯНИЕ НА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ПРИ РАЗНЫХ ХОДОВЫХ СКОРОСТЯХ



Ходовое время сек.	Удельный расход вт-ч/т·км		Увеличение расхода на 1 кг/т
	A при 4 кг/т	A' при 10 кг/т	
T	33	53,4	3,4
1,2T	26,6	43,2	2,77

на автоматическую характеристику с τ до τ_1.

---

x/ Соответственно скорости $v = o$.

где

Δa_o – изменение расхода энергии непосредственно за счёт изменения удельного сопротивления Δw_o и среднего значения η равное

$$\Delta a_o = \frac{2,725}{\eta} \Delta w_{ср} = \frac{2,725}{0,9} \Delta w_{ср} = 3,03 \Delta w_{ср} \quad вт\text{-}ч/т.км. /5/$$

Считая у электрических поездов, где принят η = 0,9, значения же $\Delta a_р$ и $\Delta a_т$ дают изменение удельного расхода энергии за счёт изменения потерь в реостатах и тормозах при изменении сопротивления движению.

Влияние на удельный расход энергии изменений элементов движения, последовательно действуя поезда, как результат изменения сопротивления движению, легко видеть из следующих элементарных диаграмм движения на прямом перегоне, построенных нами $v = f(t)$ для равных скоростей и двух значений удельных сопротивлений движению 4 и 10 кгр/тн. /черт. 7/.

Диаграмма $oabT$ есть $v = f(t)$ для заданного времени T, при начальном сопротивлении движению[x] $R_o = 4$ кгр/тн.; диаграмма $ocdT$ – $v = f(t)$ при тех же условиях, при R_o = 10 кгр/тн. Диаграммы $omnT$ и $opqT$ суть $v = f(t)$ для ходового времени $T_1 = 1,2T$ соответственно для R_o = 4 кгр/тн. и R_o = 10 кгр/тн.

Возрастание сопротивления движению уменьшает путевое ускорение d и соответственно увеличивает время выхода на автоматическую характеристику с τ до τ_1.

---

x/ соответственно скорости v = 0.

Как известно, потери в реостатах имеют выражение

$$a_p = \frac{0{,}5\,n}{\eta}\left[2{,}725\,\tau\frac{v_1^2}{2\alpha} + 0{,}0117(1+\gamma)v_1^2\right]\ \frac{квт}{т.ч.ч.} \quad /4/$$

где τ – удельное сопротивление движению при пуске кгр/тн.
η – к.п.д. двигателей и передачи = 0,9
n – число отправлений (в сутки)
α – ускорение при пуске м/сек²
v_1 – скорость выхода на автоматическую характеристику м/сек
$(1+\gamma)$ – коэф. инерции вращающихся масс.

При увеличении, например, удельного сопротивления движению при пуске от величины τ до τ_1 ускорение пуска уменьшается до величины α_1, при этой же скорости выхода на автоматическую характеристику v_1.

Поэтому

$$\Delta a_p = a_p' - a_p = \frac{0{,}5\,n\,v_1^2}{\eta}\cdot\frac{2{,}725}{2}\left[\frac{\tau_1}{\alpha_1} - \frac{\tau}{\alpha}\right] = 0{,}75\,v_1^2\,n\left[\frac{\tau_1}{\alpha_1} - \frac{\tau}{\alpha}\right]\frac{квт}{т.ч.ч.} \quad /5/$$

Таким образом увеличение удельного сопротивления движению всегда увеличивает потери в реостатах на величину Δa_p /5/, так как $\frac{\tau_1}{\alpha_1} > \frac{\tau}{\alpha}$, поскольку $\tau_1 > \tau$ и $\alpha_1 < \alpha$.

Из диаграммы /7/ также видно, что при постоянной скорости с увеличением удельного сопротивления движению начальная скорость торможения $v_б$ снижается до величины $v_{б1}$, если ходовое время равно T.

Понижение скорости /увеличение ходового времени до $T_1 = 1{,}2\,T$/ на представленной диаграмме при увеличении сопротивления движению дает снижение начальной скорости торможения с $v_б$ до $v_{б1}$.

Поэтому в первом случае имеет место увеличение потерь в тормозах за счет роста сопротивления движению, во втором случае потери в тормозах уменьшаются.

Таким образом изменение сопротивления движению может увеличить или уменьшить расход энергии, зависящий от сопротивления движению.

С уменьшением ходовой скорости уменьшение потерь в тормозах при снижении сопротивления движению [illegible] общий расход энергии, зависящий от сопротивления движению.

Влияние сопротивлений движению на величину для той или другой ходовой скорости, видно из аналитического выражения для потерь в тормозах

$$a_T = 0{,}0107(1+\gamma)\,n\left[1 - \frac{9{,}81\cdot w}{1000\,(1+\gamma)A_m}\right]\ \frac{вт\cdot ч}{т\cdot км}. \quad (6)$$

где w – удельное сопротивление движению при торможении кг/т,
A_m – замедление при торможении м/сек²,
v_T – начальная скорость торможения км/ч,
– остальные обозначения прежние.

Если при данной ходовой скорости с увеличением сопротивления движению с w до w_1 (или R_o до R_o'), начальная скорость торможения v_T примет значение v_{T1}, которое $< v_T$, то потери в тормозах удельный расход энергии возрастет или уменьшится на величину

$$\Delta a_T = a_T - a_{T1} = \frac{0{,}0107}{0{,}9}(1+\gamma)n\left[(v_T^2 - v_{T1}^2) + \frac{9{,}81}{1000(1+\gamma)A_m}(v_T^2 w - v_{T1}^2 w_1)\right]\ \frac{вт\cdot ч}{т\cdot км} \quad (7)$$

Таким образом, вместо принимаемой по способу уменьшения расхода энергии прямой зависимости удельного расхода от удельного сопротивления движению по выражению (1), получаем не всегда более сложную зависимость, что влия-

заметно изменять по абсолютной величине расход энергии, зависящий от сопротивления движению.

Кроме того влияние сопротивления движению на удельный расход зависит от скорости.

Из приведенных выше данных также видно, что в конечном итоге изменение удельного сопротивления движению на 1 кгр/тн. дает изменение удельного расхода энергии на величину большую или меньшую, чем прямой расход на преодоление одного кгр. сопротивления, который равен 3,05 втч/т.км. у токоприемника.

Например, для построенных выше диаграмм / 7 / на прямом перегоне для ходового времени T при изменении начального сопротивления от $w_o'' = 4$ кгр/тн. до $w_o' = 10$ кгр/тн., удельный расход энергии на 1 кгр/тн. составит 3,4 втч/т.км., или на 0,37 втч/т.км. выше прямого расхода $\Delta a_o' = 3,05$ втч/ткм

Для меньшей ходовой скорости при ходовом времени $T_1 = 1,3\,T$ и при том же увеличении удельного сопротивления движению, удельный расход энергии на 1 кгр/тн. составил 2,77 втч/т.км., что на 0,64 втч/т.км. ниже прямого расхода $\Delta a_o' = 3,05$ втч/т.км.

В случае сложных перегонов, постоянное влияние на движение поезда отдельных уклонов профиля перегона, величина удельного расхода энергии на 1 кгр/тн. удельного сопротивления движению изменяется не только в зависимости от ходовой скорости, но по своей величине также определяется и степенью сложности перегона.

В прилагаемых нормативных таблицах удельного расхода электроэнергии, составленных для реальных перегонов с учетом их индивидуальных особенностей можно найти подробные величины надбавок к удельному расходу энергии при изменении удельного сопротивления на 1 кгр/тн. на типах перегонов в зависимости от скорости/ или ходового времени/.

эти надбавки по абсолютной величине различны для поездов разной плотности. Например, надбавка для двухпутного [illegible] выше, чем для трехпутного.

Так как в рамках [illegible] надбавки изучены по перегонам различным, средняя величина надбавки к расходу электроэнергии на 1 ткм/км. для определенных условий тяги [illegible] либо она должна определяться как средневзвешенная по напряженности движения величина для поездов по перегонам, составляющих один и тот же % от максимальной технической скорости для любого перегона. Данное условие [illegible] в [illegible] расчетах, как отношение ходового времени к минимальному техническому времени – $\frac{T_x}{T_т} \cdot 100\%$, которое равно 100% или более, т.е. $T_x \geq T_т$

На диаграмме /[illegible]/ представлены полученные результаты для большого числа реальных перегонов [illegible] зависимость средних надбавок к удельному расходу на 1 ткм/км. удельного сопротивления движению от ходового времени, выраженного в % к техническому времени $/ \frac{T_x}{T_т} \cdot 100 /$.

На оси абсцисс ходовое время [illegible] в % к техническому времени, при чем последнее соответствует ходовому времени [illegible] ткм/км. удельного сопротивления движению.

Из той же диаграммы [illegible] надбавка энергии на 1 ткм/км. сопротивления движению, [illegible] по [illegible] основного сопротивления движению

$$\Delta a_з^1 = 0{,}01 \text{ вт.ч/т.км.}$$

у бровки, без учета [illegible] сопротивления движению на потери в [illegible], [illegible] и [illegible], а также влияния сложности перегона, его длины, типа и составности поезда.

Отсюда видно, [illegible] к значительным ошибкам приводит пользование [illegible] расхода по средним данным

8

СРЕДНИЙ УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА 1 Ткм СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ.

эксплуатации, если при анализе и планировании расхода пренебречь рассмотренными выше факторами и считать во всех случаях надбавку расхода энергии на 1 [illegible], у будет равной $\Delta\omega'_n$=0,03 [illegible], вместо дифференцированной по составности поездов надбавки по кривым диаграммы /8/ в зависимости от среднеходовой скорости.

Как уже отмечалось, расчетный метод определения расхода энергии по средним эксплуатационным данным имеет второй не менее существенный недостаток – это невозможность установления в порядке анализа именного места расхода энергии, вызванного изменением среднеходовой скорости. В такой же мере это невозможно для целей планирования по запланированной скорости на планируемый период.

Поэтому, поскольку расчетный метод разделения расхода энергии на свои [illegible] реально установить [illegible] меру зависимостей удельного расхода энергии от сопротивления движению и от среднеходовой скорости движения [illegible] не может удовлетворить требованиям [illegible] расчетов для учета, анализа и планирования электроэнергии на движение поездов.

К общим недостаткам расчетного метода разделения расхода энергии следует отнести еще то обстоятельство, что принятые условия подсчета [illegible], вызываемых уклоном и [illegible] не соответствуют средним реальным условиям движения поезда по многочисленным стыкам перегонов с их индивидуальными особенностями. В многочисленных случаях, в зависимости от особенностей перегонов [illegible] оказывается [illegible], что снижает расход энергии без существенного [illegible] скорости. [illegible] не учитываются, вследствие чего суммарный расчетный расход энергии завышено.

Рекомендуемые выше упрощенные методы расчета расхода электроэнергии на движение поездов не удовлетворяют, таким образом, предъявляемым к методу требованиям, что вынуждает отказаться от их применения.

Единственно правильным и надежным методом, который может быть применен в эксплуатационной практике трамвая для расчета расхода энергии на движение поездов, является метод определения удельного расхода по отдельным перегонам, путем построения диаграмм движения. Данный метод дает возможность

а/ учесть все факторы, влияющие на расход

б/ определить удельный расход энергии в зависимости от изменений ходовой скорости при различных изменениях параметров диаграммы движения.

в/ Определить удельный расход при изменении удельного сопротивления движения

г/ установить влияние на средний удельный расход для движения по всей зоне в целом неравномерности движения по перегонам и составность поездов

д/ обеспечить максимально возможную точность расчета расхода энергии.

Графический метод построения диаграмм движения для большинства имеющихся перегонов и определение для них удельного расхода энергии выполнено для Ленинградского трамвая. Диаграммы строились для трехвагонных составов по перегонам для следующих одинаковых однообразных условий.

1. Вес трехвагонного состава брутто по таре и имеющим место среднесуточным наполнением вагонов по периодам года.

2. Двигатели ДТ 36.

3. Ускорение пуска — 0,42 м/сек² по сцеплению при ψ = 0,225/.

4. Замедление торможения — 0,5 м/сек².

5. Для максимально возможной по перегону скорости /технической скорости/ при начальном сопротивлении движению R_c = 4 кгр/тн. максимальная скорость по перегону /скорость полного хода/ определялась из условия безопасности, чтобы обеспечить при тормозном пути торможение без юза с замедлением 0,5 м/сек².

6. Прохождение всех замедлений кривых и профиля пути по действительному их положению на перегоне с обеспечением наибольших скоростей, допускаемых правилами технической эксплоатации.

7. Зависимость удельного сопротивления движению от скорости для груженых вагонов принята по данным специального исследования поезда Ленинградского трамвая, произведенного Л.И.И.

8. Сопротивление кривых для груженых вагонов учтено также по данным специального исследования Ленинградского трамвая.

9. Диаграммы на перегонах построены для двух начальных сопротивлений R_c = 4 кгр/тн. и R_v = 10 кгр/тн., где R_v соответствует скорости рамной пути. Сопротивление подбивки бровись в зависимости от скорости независимо от величины начальных сопротивлений R_o. Сопротивление без механического тормоза в движении. При выбеге все почти подсчитаны.

10. Для определения удельного расхода при меньшей скорости, чем техническая скорость, или соответственно при большем времени хода, чем технически нормы времени, что уменьшение скорости получается за счет увеличения времени выбега.

Все перечисленные выше построения дали зависимость удельного расхода энергии от ходового времени на каждом перегоне.

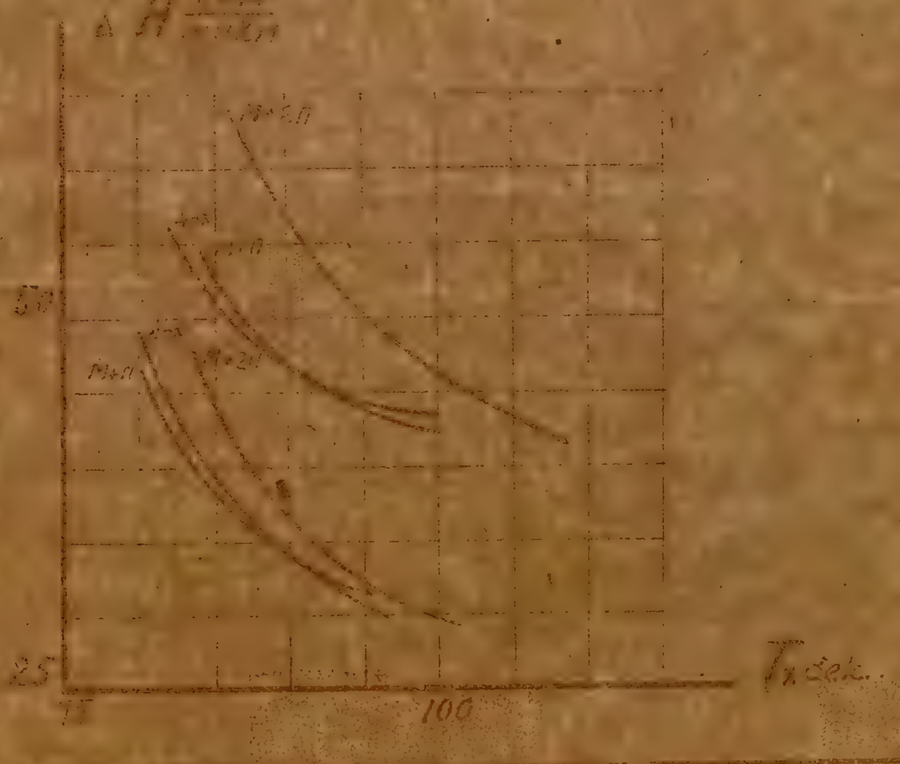
$$\Delta A = f/T_x/$$

для 2-х начальных сопротивлений – R_o = 4 кгр/тн. и R_o = 10 кгр/тн. Эта зависимость дана на диаграмме /9/.

Для поездов других составов:

а/ внутривагонных ...

9



...ти от ходо-
...противлений
...граммы
...едующий
...сходов

...много поезда
...сти, дающие
...я сложного
...ний.
...трехосных/
...тветствую-
...жности,
...их типов
R_o=4кгр/тн.

$$\Delta A = f/T_x/$$

для трех типов поездов показаны на диаграмме /9/, при чем эти расходы отнесены к указанным выше начальным сопротивлениям движения 4 и 10 кгр/тн.

Все перечисленные выше диаграммы дают зависимость удельного расхода энергии от ходового времени на каждом перегоне.

$$\Delta A = f(T_x)$$

для 2-х начальных сопротивлений – R_o = 4 кгр/тн. и R_o = 10 кгр/тн. Это изображено нами на диаграмме /9/.

Для поездов других составов:

а/ двухвагонных автомотрис

б/ двухвагонных д-э секций

для определения их удельных расходов в зависимости от ходового времени /скорости/ для тех же начальных сопротивлений движения R_o = 4 кгр/тн. и R_o = 10 кгр/тн. диаграммы для каждых перегонов не строятся и применяем следующий метод перехода от определенных ранее удельных расходов для трехвагонных поездов к двухвагонным.

Для первых двух типов диаграмм – трехвагонного поезда на 4 и 10 кгр/тн. определяем коэффициенты [illegible], дающие увеличение расхода энергии и ходового времени для двухвагонного состава по сравнению с [illegible] при тех же [illegible].

Для двухвагонных поездов / автомотрис и д-э секций/ построены диаграммы для прямых перегонов по вышеуказанным данным [illegible], и, пользуясь [illegible] коэффициентами, определяем расходы и ходовое время для различных типов двухвагонных поездов на начальных сопротивлениях R_o = 4 кгр/тн. и R_o = 10 кгр/тн.

Аналогично

$$\Delta A = f(T_x)$$

для трех типов поездов построены диаграммы /1/, при чем эти расходы отнесены к указанным выше начальным сопротивлениям движения 4 и 10 кгр/тн.

Исследования показали, что для каждого перегона и каждой постоянной ходовой скорости / или ходового времени/ удельный расход электроэнергии изменяется по прямой линии. Наклон этой прямой различен для различных перегонов, в зависимости от их длины и профиля. Полученная зависимость дала возможность определить влияние изменения сопротивления на удельный расход эл.энергии для разных ходовых времени /скорости/.

В конечном итоге для каждого перегона получены кривые зависимости удельного расхода электроэнергии от ходового времени /скорости/ на перегоне для различных удельных сопротивлений движению. Те же данные сведены в таблицы по перегонам /см. приложения/.

Результаты исследования показали, что удельные расходы электроэнергии для пригородных поездов в нормальных условиях получаются близкими, что легко было объяснить.

Сведенные в таблицы данные для удельного расхода электроэнергии по перегонам даны ниже выборочно в зависимости от ходового времени /или скорости/ и удельного сопротивления движению для двух типов поездов.

1/ Двухвагонного поезда из двухосных или четырехосных вагонов / М + П /

2/ Трехвагонного поезда из двухосных вагонов /М+2 П/.

Моторные вагоны основной серии, без дополнительного, прицепного вагона, с постоянным типом у пригородных поездов.

В перечисленных таблицах, по перегонам указанным, удельное сопротивление движению представлено общей суммарной величиной при скорости данной / P_{ω} кг/тн /. В нем не должно учитываться сопротивление от механического трения в подвижном составе /трение в моторных подшипниках/, сопротивление воздуха и др./

Помещенное в таблицах ходовое время дано в минутах / T_x / и в % от технического ходового времени / $T_т$ / $= \frac{T_x}{T} \cdot 100$ %

Как уже отмечалось, приведенные в таблице выше основные удельные расходы электроэнергии [illegible] поезда.

Дополнительные расходы энергии – из-за помех движению, ошибок водителей, состояния путей [illegible], а потери в сети и тяговых подстанциях – определяются отдельными расчетами и добавляются к основному расходу электроэнергии.

Добавочный расход энергии из-за частых снижений [illegible] необходимостью [illegible] у [illegible] в различных случаях, не связанных с профилем и трассой, а также, как то при закрытии поезду пути светофором или регулированием, при появлении препятствий [illegible] на путях, или [illegible] и [illegible] по [illegible] и т.д.

[illegible] тормозного [illegible] по [illegible] поезда.

[illegible] что расход энергии в [illegible] по [illegible] для поезда

1/ на одно [illegible] [illegible] 250 квч

2/ на одно [illegible] [illegible] 150 квч,

3/ на одно [illegible] [illegible] 100 квч.

По количеству установленных обследованием рабочего числа поездок на маршрутах и среднему числу проходу вагонов из каждой случай, устанавливается общее суммарное расход энергии на все участки маршрута. Расход на один вагонокилометр получается делением суммарного расхода энергии по маршрутам на число вагонокилометров пробега при обследовании.

До установления [illegible] по отдельным маршрутам [illegible] расхода [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] по [illegible] [illegible] маршрутам, эта величина принимается как средняя для всей сети.

Воздействие на расход, а этот вызывающий расход движения [illegible] [illegible] по периодам года.

В частности для Ленинграда [illegible] удельный расход энергии [illegible] определялось в [illegible],62 квт. для [illegible] 19[illegible] года.

Расход на освещение [illegible] [illegible] года по мощности и числу [illegible] [illegible] [illegible], в соответствии с числом часов горения в сутки по [illegible] [illegible] [illegible] ламп.

Расход на отопление [illegible] [illegible] [illegible] выражается по [illegible] / [illegible] квт/вагон /, по числу вагонов, числу часов работы в день и числу дней отопительного периода.

Применение в [illegible] [illegible] [illegible] удельному расходу энергии [illegible] [illegible] от [illegible] [illegible] [illegible] от среднего.

Выборкой по маршрутам установлено, что отклонение от средней энергии [illegible] в пределах 7%.

Принято, что [illegible] – это [illegible] скорости на 2,4%, а [illegible] половина – в сторону [illegible].

[illegible] скорости увеличивается расход [illegible], а уменьшение расхода при том же [illegible], а [illegible] скоростей на [illegible] удельный расход.

По [illegible] расчетам, [illegible] удельный расход на 0,[illegible] квт.ч/т.км. [illegible] у [illegible].

При [illegible] и вер- [illegible] удельный расход [illegible] под током [illegible] 0,[illegible] квт.ч/т.км [illegible] у локомотивов.

Для определения [illegible] удельного расхода энергии у локомотивов, [illegible] – [illegible] ускорения, [illegible] и др.; [illegible] и др.

На основании расчетов и [illegible] данных фактического расхода энергии, [illegible] % от общего расхода энергии, [illegible] у локомотивов.

Для [illegible] общего расхода электроэнергии [illegible] 12%.

Если принять [illegible] у локомотивов на [illegible], то расход [illegible] 0,[illegible]·0,[illegible]=[illegible] от расхода у локомотивов.

[illegible]. Расчет плановых норм и [illegible] удельного расхода электроэнергии.

При [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] и определенном [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] от двух факторов:

а/ удельного сопротивления движению

б/ ходовой скорости движения.

Если движение по [illegible] осуществляется [illegible] [illegible] [illegible] в действительности, то средний [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] удельный расход по [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], поэтому [illegible] удельный расход, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Расчет плановых норм и [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] для [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] таблиц по [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] в главе [illegible].

В случае расчета плановых норм удельного расхода [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] /[illegible]/. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Расчет дополнительного удельного [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] расчета плановых норм [illegible] [illegible] [illegible], что [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], удельное сопротивление движению [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Удельное сопротивление движению, как для расчета [illegible] норм, так и [illegible] [illegible] удельного расхода [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] удельное сопротивление движению [illegible] [illegible]

по тонно[illegible] / отдельно для [illegible]/ отдельно [illegible] для каждого пути в отдельности [x/].

Определение начального основного сопротивления движения R_o в зависимости от ходового времени T_x к техническому T_T — $\frac{T_x}{T_T} \cdot 100\%$, необходимое для последующего корректирования таблицами по перегонам для расчета средних [illegible] и действительного удельного расхода энергии на движение поездов по тяге [illegible] следующей формулой.

Для расчета действительного удельного расхода энергии на движение [illegible] метод, [illegible] поездов [illegible] при малых [illegible] поездов [illegible] сопротивления.

Полученные данные [illegible] к основному удельному сопротивлению, соответственно [illegible] R_o, путем увеличения скоростей [illegible], и [illegible]. Эти [illegible] в 0,1 кг/т.

При [illegible] исследованиях, сопротивление движения, [illegible] сопротивлений [illegible] и температуры.

В следующей таблице даны надбавки ΔR_o к основному удельному сопротивлению движения по месяцам года для условий Донбасса.

---

x/ При отсутствии данных по [illegible] поездов можно брать [illegible] средневзвешенное удельное сопротивление для всех поездов без разделения.

[illegible]

1	Январь	2,[illegible]	мин.	[illegible]
2	Февраль	2,10	-"-	[illegible]
3	Март	1,30	-"-	[illegible]
4	Апрель	0,85	-"-	[illegible]
5	Май	0,5	-"-	[illegible]
6	Июнь	0,5	-"-	[illegible]
7	Июль	0,5	-"-	[illegible]
8	Август	0,5	-"-	[illegible]
9	Сентябрь	0,[illegible]	-"-	[illegible]
10	Октябрь	1,00	-"-	[illegible]
11	Ноябрь	[illegible]	-"-	[illegible]
12	Декабрь	2,10	-"-	[illegible]

[illegible] подобные на [illegible] положение путей [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

При установлении опытным путем удельного сопротивления по движению поездов на планируемый период / по месяцам/ анализируются удельные сопротивления [illegible] по периодам и типам поездов, с внесением указанных выше поправок на погоду и [illegible], состояние путей рельсовой сети и [illegible].

Для определения необходимого при расчетах отношения $\frac{T_к}{T_т} \cdot 100$ %

производятся [illegible] наблюдения [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]. Для [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] в зависимости от [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Техническое время $\overline{T}_T$ для обследуемых маршрутов берется по перегонам на основании данных нормативных таблиц.

Вычитанием из времени хода /планового или действительного/ по маршрутам указанного технического времени, определяется добавочное время каждого обследуемого маршрута [illegible] и отношение $\frac{\overline{T} \times 100}{\overline{T}_T}$.

По отношениям для каждого из обследованных маршрутов отношения $\frac{\overline{T} \times 100}{\overline{T}_T}$ % определяется средневзвешенное отношение добавочного времени к техническому в %, исходя из напряженности движения данных маршрутов.

При достаточно большом количестве обследованных маршрутов можно принять, что определенная указанным выше способом средняя величина отношения добавочного времени к техническому является средней для всех перегонов сети, пользуясь которой по нормативным таблицам, составленным для отдельных перегонов, можно определить удельный расход энергии – плановый или действительный для данного сопротивления движению /планового или действительного/ по перегонам и средний по сети.

Как уже отмечалось, для расчёта среднего расхода электроэнергии [illegible] должны быть учтены различная напряженность движения поездов по перегонам, и определенная таким образом средневзвешенная величина удельного расхода [illegible] напряженности движения. [illegible]

Расчет напряженности движения производится по следующим данным.

[illegible] по каждому типу подвижного состава.

вагон 2-х осного мягкого = 12,7 тн.
-"- 2-х осного [illegible] = 8,5 тн.

-"- 4-х осного мягкого = 22,2 тн.
-"- 4-х осного [illegible] = 16,2 тн.

Для установления веса брутто [illegible] берется [illegible] населения вагонов, [illegible] с учетом пассажиров по билетам, [illegible] и [illegible] /[illegible]/. [illegible], а также безбилетных пассажиров /"зайцев"/.

Количество безбилетных пассажиров устанавливается на основе выборочных обследований пассажирского движения, которые проводятся ежегодно [illegible]. В последние годы число "зайцев" по обследованию составляло около 6-8 %, что даже при существующих средних [illegible] в среднем добавочно [illegible] безбилетных пассажиров /"зайцев"/ на каждые [illegible] вагона.

Среднее наполнение четырехосных вагонов, включая и безбилетных пассажиров, бывает в 1,75 раза больше, чем в двухосном, исходя из соотношения их вместимости.

Средний вес пассажира с ручным багажом принимается равным 70-ти кгр.

На основе приведенных выше данных определяется вес брутто поездов по типам в отдельности – пригородных, двухосных, четырехосных [illegible] и т.д., если весовые нормы [illegible], при чем в зависимости от того случая – по данным [illegible] на планируемый период или по отчетным данным за отчетный период.

Для определения [illegible] по перегонам все перегоны [illegible] и нумеруются [illegible] в [illegible]. [illegible] на [illegible] и [illegible] отдельных маршрутов [illegible] общее число движения поездов по типам и составам, [illegible] и количества поездов, проходящих [illegible] и что

по перегону – h_L – по

$$h_L = \frac{N v_э}{2 L_i} \text{ поезд/час.}$$

или число поездо-километров в час на один километр длины перегона, где:

N – число поездов

$v_э$ – эксплуатационная скорость км/час.

L_i – длина перегона км.

Поэтому, умножая величины частоты движения h_L по длине перегонов, получаем [illegible] приходящиеся по перегонам, которые заносятся в ведомость по видам поездов – II + П, II+2-П и др. Перемножая в свою очередь [illegible] по перегонам на вес брутто поездов, определенные указанным выше способом, получается напряженность движения по перегонам, выраженная в тонно-километрах, которая также заносится в ведомость по видам поездов.x/

Ведомость напряженности движения по перегонам используется для определения средневзвешенного удельного расхода электроэнергии по сети в целом.

Как показали проверочные расчеты, для Ленинграда нет надобности производить расчеты для всех имеющихся около 500-т перегонов. Уже для 100-т перегонов средневзвешенный расход энергии в достаточной мере близко совпадает с расчетным расходом для пятисот перегонов.

С другой стороны для условий Ленинграда расчет расхода электроэнергии производится только для двух видов поездов:

---

x/ Сумма тонно-километров по перегонам для каждого вида поездов /двухвагонные, трехвагонные и др./ дает общую напряженность движения по данной сети, т.е. в [illegible].

в/ трехвагонные поезда

б/ двухвагонные поезда /двухосные и четырехосные/ что как двухвагонный поезд независимо от типа вагонов [illegible] одинаковые количества энергии.

По определенному указанным выше способом отношению $\sum i$ в 100 % и   кгр/мм, для каждого перегона по нормативным таблицам определяются удельные расходы электроэнергии для трехвагонного и двухвагонного поезда на движение в в.т.ч. на тонно-километр у токоприемника.

Полученные удельные расходы по перегонам умножаются – расход двухвагонного поезда на число тонно-километров 2-х вагонных поездов на данном перегоне, а расход 3-х вагонного поезда – на число тонно-километров 3-х вагонных поездов на том же перегоне. Вычисления производятся для 110 перегонов.

Произведения по отдельным перегонам суммируются отдельно для трехвагонных и двухвагонных поездов и полученные две суммы соответственно делятся на сумму тонно-километров по 110 перегонам трехвагонных составов и двухвагонных составов. Получаем для расчетных двух основной средневзвешенный удельный расход эл. энергии на движение по типам поездов [illegible] действительный расход в зависимости от типа [illegible].

Очевидно, что для получения средневзвешенного расхода для всех типов составов, производится взвешивание расхода по парным и тройным поездам вместе.

Общий основной расход электроэнергии получается как произведение средневзвешенного расхода на общее число тонно-километров по всей линии за учетный период.

Как было указано в предыдущей главе, к основному удельному расходу электроэнергии на движение поездов, получаемому по нормативным таблицам, должен быть добавлен дополнительный расход по следующим статьям:

1. Расход на случайные помехи движению –1,05 втч/т.км.
2. Расход на освещение поезда – по расчету для разных периодов года.
3. Расход на отопление отапливаемых и служебных реостатов по особому расчету
4. Поправка на неравномерность распределения скорости движения по маршрутам . . . . 0,37 втч/т.км.
5. Добавочный расход на движение под током на тормозах / не учтенный в нормативных таблицах/ –0,5 втч/т.км.

6. Добавочный расход на отклонение от параметров идеальной диаграммы движения и другие неучтенные обстоятельства – 5% от общего расхода у токоприемника поезда.

7. Потери энергии в тяговой сети, понизительных подстанциях и на преобразование тока и/ ... от общего суммарного расхода у токоприемника по всем предыдущим статьям – 12,5 %.

В конечном итоге получается средний удельный расход электроэнергии на шинах тяговой подстанции.

Пользуясь изложенным методом и данными по плану движения на 19__ год были подсчитаны средний удельный расход электроэнергии на движение поездов по месяцам года и среднегодовой расход, которые представлены в следующей таблице:

№№ по пор.	Месяцы года	Расход энергии квт/т.км.	Удельные сопротивления, кг/тн.	Средняя техническая скорость, км/час.	[illegible]
I	2	3	4	5	6
I	Январь	[illegible]5,64	6,72	I4,[illegible]	
2	Февраль	69,20	6,00	I4,6	II7
3	Март	67,86	5,86	I4,5	
4	Апрель	[illegible],44	5,76	I4,5	II7
5	М а й	67,46	5,60	I5,0	I09
6	Июнь	69,30	5,56	I5,7	I06,5
7	Июль	60,I8	5,60	I5,7	
8	Август	60,59	5,20	I5,7	I05,6
9	Сентябрь	6I,27	4,58	I5,7	
I0	Октябрь	[illegible],2I	5,I6	I5,2	
II	Ноябрь	6I,I2	5,85	I5,5	I07,5
I2	Декабрь	[illegible]7,I9	[illegible],I0	I5,2	
I3	Среднегодовое	[illegible],I[illegible]			

Таблица [illegible] удельного расхода энергии по [illegible] за 1939 год.

[illegible] выполнен по фактическим удельным сопротивлениям [illegible] и соответствующим скоростям /см. табл. 4 и 6 табл/

Применительно к таблице удельные сопротивления относятся к малым скоростям, при которых [illegible] вагонов и [illegible], поэтому для получения расчетного сопротивления из удельных сопротивлений [illegible] скорости [illegible] и [illegible] поправки на состояние [illegible] пути, влияние осадков и температуры, как выше упоминалось подробно.

В [illegible] же таблице даны [illegible] величины отношения [illegible]ового времени к минимальному [illegible] $\frac{T_x}{T_T} \times 100$, [illegible] определяемые на основе [illegible] исследования [illegible] [illegible] способом.

[illegible] [illegible] методом [illegible] нормы [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] средние [illegible] [illegible] [illegible] составленных поездов по плану.
/ [illegible] [illegible] и [illegible] поездов/.

Считаю, что в случае изменения [illegible] поездов, [illegible] [illegible] тех же [illegible] движения и [illegible], средняя для всех поездов величина удельного расхода энергии изменит-ся.

Для иллюстрации [illegible] расхода [illegible] по [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] и [illegible] месяц по [illegible] нормам на 1959 год.

/ см. [illegible] табл. [illegible] /

Статьи расхода / № п/п	Основной расход		Отцепление вагонов		Скорость [illegible]		Отклонения от параметров и ошибки водителя		Влияние [illegible]		Потери в пути и на [illegible]		Итого
	[illegible]	%	[illegible]	%	[illegible]	%	[illegible]	%	[illegible]	%	[illegible]	%	[illegible]
[illegible]	69,37	66,4	2,6	[illegible]	[illegible],06	5,15	[illegible]	[illegible],70	1,05	1,04	10,44	[illegible]	[illegible]
[illegible]	18,05	71,37	0,5	[illegible]	[illegible],06	5,15	[illegible]	[illegible]	–	–	0,79	18,3	[illegible]

В предыдущем изложении отмечалось, что расчет действительного удельного расхода энергии по фактическим отчетным данным движения – эксплуатационной скорости, удельному сопротивлению движения и составности поездов – производится по нормативным таблицам в том же порядке, как и определение планового удельного расхода.

Однако, как показывает исследование, с достаточной для практики степенью точности расчет по фактическим данным для определения расхождения с плановыми нормами может быть выполнен упрощенным способом на основе тех же нормативных таблиц.

Данный способ заключается в том, что определяется влияние изменения на удельный расход электроэнергии отдельных факторов против заданных величин по плану.

а/ удельного сопротивления движению

б/ эксплуатационной скорости

в/ составности поездов

г/ ошибок водителей.

На основании полученных данных корректируется плановая норма расхода энергии на отчетный период, которая берется за исходную величину.

Весь расчет ведется в следующем порядке.

1/ Определение величины изменения удельного расхода электроэнергии Δa_{R_o} в вт ч/т.км. при изменении начального сопротивления R_o производится по следующей таблице.

/ см. на след. стр. /

Ходовое время в % от технического $\frac{T}{T_т}$ х 100		105	107	109	111	113	117
Изменение удельн. расхода при изменении ω_0 на 1 кгр/тн. вт·ч/т.км.	М+2П	4,08	3,75	3,48	3,09	2,96	2,8
	М+П	2,32	2,21	2,19	2,18	2,15	2,15

Расход энергии в таблице дается в вт·ч/т.км. в постоянном токе, считая у токоприемника поезда.

Приведенные величины получены как средние из большого числа данных нормативных таблиц по перегонам.

В сводной таблице, средних данных каждой ходовой скорости, выраженной через отношение ходового времени к техническому в %, означает изменение расхода электроэнергии на 1 кгр/тн. изменения начального сопротивления ω_0. Эти надбавки на изменение удельного сопротивления движению различны для поездов разных составов и даны в таблице отдельно для трехвагонных /М+2П/ и двухвагонных /М+П/ поездов.

Средняя надбавка для поездов разного состава получается как средневзвешенная величина, путем взвешивания надбавок для каждого вида поездов по действительной составности, выраженной в вагонокилометрах для тех и других.

Определение увеличения или уменьшения удельного расхода энергии из-за изменения сопротивления движению производится путем умножения найденного по таблице средних величин изме-

нение удельного расхода на разницу между начальным плановым
и действительным начальным сопротивлением. Для учета ошибок
водителей, а также потерь в сети и на преобразование тока,
полученный расход множится, как выше рассмотрено, на коэффи-
циенты 1,04 и 1,226.

Полученный, таким образом, результат служит для коррек-
тировки нормы и прибавляется или отнимается от планового расхода
на отчетный период в зависимости от того, выше или ниже действ-
ительное сопротивление чем плановое на тот же период.

2. Изменение удельного расхода электроэнергии
в результате изменения ходовой скорости/или процентного отно-
шения ходового времени к техническому/ определяется для каждого
конкретного случая по нормативным таблицам для большего числа
перегонов, при чем находится среднеарифметическая прибавка
удельного расхода энергии на 1 % отношения ходового времени к
техническому для скоростей расчетного периода и для действитель-
ного сопротивления движению, отдельно для двухвагонного поезда
и отдельно для трехвагонного.

Полученная надбавка накладывается по действительной состав-
ности поезда, выраженной в тонно-километрах, и множится на расхождение
действительного ходового времени в % от технического с плано-
вым. Результат в свою очередь множится на коэффициенты 1,04 и
1,226 для учета ошибок водителей, потерь в сети и на преобра-
зование тока на подстанциях.

В случае увеличения ходового времени плановая норма
удельного расхода уменьшается, при уменьшении – увеличивается.

3. Определение величины отклонения удельного расхода
энергии от плановой нормы ΔA_c при изменении составности
поездов производится путем сравнения предварительного основ-
ного удельного расхода электроэнергии при плановой составности

с удельным расходом, вычисленными по действительной составности и тем же плановым нормам основного, удельного расхода по видам поездов.

Для этой цели находится средневзвешенный удельный основной расход на движение при плановой составности, выраженной в тонно-километрах и по плановым удельным расходам на отчетный период. В условиях Ленинграда по плану на 1939 год основной расход на движение поездов разной составности определялся расчетом в следующих цифрах. Расход дается по месяцам года в постоянном токе у токоприемников без учета метеорологических условий и других надбавок.

№№ по пор.	Плановый основной удельный расход	
	Двухвагонный поезд вт/т.км.	Трехвагонный поезд вт/т.км.
1	2	3
1	39,2	40,75
2	37,5	38,6
3	37,5	38,6
4	37,5	38,5
5	38,5	41,1
6	40,2	43,7
7	40,2	43,7
8	40,2	43,7
9	40,2	43,7
10	39,8	43,5
11	39,8	40,1
12	39,8	42,3

Пользуясь теми же приведенными в таблице плановыми нормами определяется средневзвешенный удельный расход по всем составам на отчетный период по действительной составности,

выраженной в тонно-километрах.

Разница между полученными средневзвешенными расходами, умноженная на коэффициенты 1,04 и 1,025, дает изменение удельного расхода энергии за счет составности за отчетный период.

4. Определение изменения плановой нормы удельного расхода электроэнергии ΔH_4 за счет экономии или перерасхода водителей в результате ошибок при управлении поездом, производится в следующем порядке.

По имеющимся данным электроконтроля максимальное наблюдающееся количество ошибок водителей, учитываемых по особой шкале, вызывало перерасход электроэнергии в размере 0,6 $\frac{втч}{т.км}$.

Эта величина заложена в плановую норму удельного расхода энергии в числе 4 % на отклонение от параметров теоретической диаграммы движения и на ошибки водителей, как выше рассмотрено.

За каждый отчетный период электроконтроль устанавливает по наблюдениям количество электроэнергии в втч, которая перерасходуется водителями. Этот перерасход пересчитывается на измеритель – втч/т.км.

Так как в настоящее время сотрудники электроконтроля не учитывают всех видов ошибок водителей, вызывающих отклонения от параметров диаграммы, в частности снижение пусковых ускорений и тормозных замедлений, получаемый расход энергии за счет ошибок водителей в втч/т.км. сравнивается с плановой нормой на ошибки водителей в размере 0,6 втч/т.км.

Это сравнение дает действительную экономию или перерасход удельного расхода энергии из-за ошибок водителей, и плановая норма расхода энергии для приближения к действительному расходу либо увеличивается, или уменьшается в зависимости от того, выше или ниже этот вид расхода взятой нормы – 0,6 втч/т.км.

Изложенный упрощенный метод определения действительного удельного расхода электроэнергии с одновременным анализом причин экономии или перерасхода энергии по основным эксплоатационным факторам, дает для практических целей достаточную степень точности.

В этом случае, если $\Delta A_п$ представляет плановую норму удельного расхода на отчетный период, то действительный удельный расход за этот же период будет

$$\Delta A_д = \Delta A_п \pm \Delta\Delta a_{в} \pm \Delta\Delta a_{к} \pm \Delta\Delta a_{с} \pm \Delta\Delta a_{t} \quad \text{втч/т.км.}$$

Умножая удельный расход $\Delta A_д$ на общее количество действительных тонно-километров за отчетный период, получается общий суммарный расход электроэнергии в переменном токе на движение поездов.

Оценка точности расчетного метода определения удельного расхода электроэнергии получается при сравнении результатов расчета за отдельные учетные периоды с действительным расходом электроэнергии, который учитывается по счетчикам переменного тока на шинах подстанций.

Очевидно, что данное сравнение может быть произведено при условии, что на шинах подстанций счетчиками исключается все виды расхода энергии, не относящиеся непосредственно к пассажирскому трамвайному движению. В Ленинграде этот расход составляет

1. Троллейбусное движение
2. Грузовое движение
3. Подсобное движение, как то движение учебных, служебных вагонов, послеремонтная обкатка, движение внутрипарковое и др.

4. Стационарные установки в парках, мастерских, ремонтном заводе, подстанциях, передвижные установки и проч.

5. Освещение линий, подстанций, павильонов, диспетчерских, контрольных помещений, питание при стрелках и петлях, сигналы и проч.

В задачи настоящей работы не входит рассмотрение методики определения расхода электроэнергии на троллейбусное движение, подробное изучение и вспомогательные цели, перечисленные выше. Поэтому в дальнейшем изложении приводятся лишь общие данные, характеризующие порядок учета электроэнергии по видам, непосредственно не относящимся к пассажирскому троллейбусному движению.

Детальное исследование вопроса о расходе электроэнергии на движение троллейбусов, как это имело место для трамвайного движения, в Ленинграде не производилось. Основанием для установления норм удельного расхода энергии по периодам года для троллейбусов послужила работа Ленинградского Индустриального Института, выполненная по заданию Трамвайно-Троллейбусного Управления.

Данная работа заключалась в определении удельного расхода электроэнергии путем замера расхода энергии счетчиками на машинах в течение эксплоатации на линии в различные периоды года.

Расход энергии на собственные нужды парков - освещение, отопление, компрессор и проч. - определялся путем подсчета по установленным мощностям и режиму работы.

Полученный таким образом удельный расход электроэнергии на машинокилометр, для троллейбусов проверялся по счетчикам подстанций путем выделения места питания троллейбусных линий

по отдельным счетчикам. Как [illegible] [illegible] [illegible] данных, полученных [illegible] [illegible] [illegible] счетчиками и [illegible].

Нормы удельного расхода электроэнергии на вагоно-километр троллейбуса, определенные вышеуказанным способом, приведены в следующей таблице по месяцам года и в среднем за год.

№№ по пор.	Месяцы года	Удельный расход на ваг.км. квт.ч
1	Январь	2,7[illegible]
2	Февраль	[illegible],272
3	Март	2,207
4	Апрель	1,874
5	Май	1,859
6	Июнь	[illegible],856
7	Июль	[illegible],866
8	Август	[illegible],878
9	Сентябрь	1,878
10	Октябрь	[illegible],006
11	Ноябрь	[illegible],029
12	Декабрь	[illegible]
	В среднем за год	[illegible],995

В дальнейшем при развитии троллейбусного движения приведенные нормы должны быть уточнены специальными исследованиями тем же методом, как это выполнено для трамвайного движения.

Расход электроэнергии на грузовое движение может быть определен по нормам удельного расхода на пассажирское движение. Допускаемая при этом некоторая неточность не окажет существенного влияния на конечные результаты, в виду небольшого относительного расхода энергии на перевозку грузов. [illegible] грузо, как и для пассажирского движения.

Установление более точных норм для грузового движения требует специального уточняющего исследования.

Потребление электроэнергии на подсобное движение, — освещение, стационарные установки, равно технические нужды во всех хозяйствах и предприятиях [illegible] учитывалось по отдельным службам частично по показаниям счетчиков или же в порядке подсчетов, где счетчиков не имелось. В последнем случае расход определялся по установленной мощности, средней нагрузке, коэффициентах одновременности работы установок и числа часов их работы.

В целях уточнения учета электроэнергии на вспомогательные технические нужды необходимо проведение мероприятий по установке счетчиков постоянного типа для предприятий и хозяйств трамвая и троллейбуса.

Из общего расхода электроэнергии, учитываемого счетчиками подстанций, на обслуживание подсобного движения и [illegible] 11-12%.

Приведенные [illegible] расхода электроэнергии на трамвайное движение в Ленинграде в условиях эксплоатации 1939 года в полной мере [illegible]

В следующей [illegible] по расчету удельного расхода электроэнергии [illegible]

IV. З а к л ю ч е н и е.

Изложенный в настоящей работе расчетный метод для определения удельного расхода электроэнергии на движение пригородных поездов [illegible] по линиям Ленинградского [illegible] при [illegible] сотрудничестве с т.т. инж. [illegible] А.Г. и Томилиным В.Э.

В результате проведенного исследования впервые в практику [illegible] вводится, вместо статистического определения удельного расхода электроэнергии, технически обоснованный расчетный метод. Этот метод дает возможность учесть все факторы, которые влияют на удельный расход энергии, и расчетом установить [illegible] нормы удельного расхода и действительный удельный расход энергии на движение.

В то же время расчетный метод дает нормативный материал, который позволяет исчерпывающим образом проанализировать и установить в какой мере оказывают влияние на изменение удельного расхода энергии основные эксплуатационные факторы:

а/ удельное сопротивление движению, включая сезонность.

б/ [illegible] энергия торможения, определяемая из [illegible].

в/ [illegible] поезда.

Предлагаемый расчетный метод обеспечивает теоретически правильные расчеты и большую точность, чем [illegible] при пользовании упрощенными способами расчета.

Не является в достаточной мере обоснованной точка зрения, что определение удельного расхода энергии по перегонам графическим путем представляет собой работу большой сложности и трудоемкости.

Построение диаграмм движения одним из существующих графических методов /[illegible], Липеца и др./ элементарно просто и не требует особой квалификации.

С другой стороны при массовом построении диаграмм применением вспомогательных шаблонов для кривых разгона, выбега, торможения, а также вспомогательных таблиц для планиметрирования площадей, расчета расхода энергии и др., работа крайне упрощается и сводится на диаграмму с обработкой ее 0,25 – 0,30 человеко-часа.

Поэтому для малых и средних трамваев, в виду небольшого количества перегонов, разработка нормативных таблиц / или кривых/ и пользование ими крайне не сложно.

Для больших трамваев, имеющих большое число перегонов по сети, трудоемкость составления норм соответственно возрастает, но не составляет никаких особых трудностей и выполнима в короткие сроки при соответствующей организации работ.

Исследование движения поездов по перегонам имеет еще одну чрезвычайно важную сторону – это определение технического ходового времени для пробега поезда по перегону в зависимости от удельного сопротивления.

Данная зависимость может служить основой для технического нормирования пробега поездов по маршрутам и, таким образом, применения расчетного метода для составления графика и расписания, вместо применяемых сейчас фактических замеров пробегов.

Значения пробега по маршрутам и отдельным группам перегонов, ввиду своей неточности, часто ведут к недо-использованию возможного [illegible] [illegible], [illegible], [illegible], [illegible] [illegible] [illegible].

Установление пробегов по маршрутам на базе паспортизации перегонов, входящих в состав маршрута, позволяет более точно и уверенно определить время пробега по техническому времени с соответствующими надбавками на посадку и высадку, задержки на пересечениях, у светофоров, [illegible] [illegible] и проч., определяемые регулярными выборочными [illegible] [illegible] [illegible] по перегонам из [illegible] [illegible] года.

Полная паспортизация перегонов сети разрешает таким образом не только вопрос расхода электроэнергии на движение поездов, но также и обеспечивает технически правильное инженерное решение задачи определения времени пробега поезда по маршрутам.-

Ленинград
декабрь 19[illegible] г.

Кандидат технических наук
[signature] /Ю.ШТЕРНЕР/

ТАБЛИЦА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ПЕРЕГОНА № 13

Москва – Перловский. Длина = 280

Табл. I

Ходов. время Тх № от Т.Т.	Ходов. время Тх сек.	Тип поезда	Нач. сопротивление движению Н.О. кг/т 4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
105	58,2	М + 2П	49,0	51,2	53,6	56,9	58,2	60,5	62,8	65,1	67,4	69,7	72,0	74,3	76,6
		М + П	41,6	43,2	44,9	46,5	48,2	49,8	51,5	53,I	54,8	56,4	58,I	59,7	61,4
107	59,4	М + 2П	46,5	48,6	50,7	52,8	54,9	57,0	59,1	61,2	63,3	65,4	67,5	69,6	71,7
		М + П	40,5	42,I	43,7	45,3	46,9	48,5	50,1	51,7	53,3	54,9	56,5	58,I	59,7
109	60,5	М + 2П	44,7	46,3	47,9	49,5	51,1	52,7	54,3	55,9	57,5	59,1	60,7	62,3	63,9
		М + П	39,5	41,0	42,5	44,0	45,5	47,0	48,5	50,0	51,5	53,0	54,5	56,0	57,5
111	61,6	М + 2П	43,0	44,3	45,7	47,0	48,4	49,7	51,1	52,4	53,8	55,1	56,5	57,8	59,2
		М + А	38,5	40,0	41,5	43,0	44,5	46,0	47,5	49,0	50,5	52,0	53,5	55,0	56,5
113	62,7	М + 2П	41,7	43,0	44,3	45,6	46,9	48,2	49,5	50,8	52,I	53,4	54,7	56,0	57,3
		М + П	37,8	39,3	40,8	42,3	43,8	45,3	46,8	48,3	49,8	51,3	52,8	54,3	55,8
117	64,9	М+2П	39,5	40,7	41,9	43,I	44,3	45,5	46,7	47,9	49,1	50,3	51,5	52,7	53,9
		М+П	36,5	37,9	39,4	40,8	42,3	43,7	45,2	46,6	48,1	49,5	51,0	52,4	53,9

51.6.

ТАБЛИЦА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ПЕРЕГОНА № 242

пр.Бакунина – 10-ая Советская улица.   Длина = 480.

Ход. время Тх: Скор. т.ч.	Ход. время Тх: сек.	Тип поезда	Нач. сопротивление движению кг./т.п.: 4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
105	98,2	М +2П	49,9	51	53,1	55,2	57,3	59,4	61,5	63,5	65,5	67,7	69,8	71,9	74
		М + П	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,6	54,6	55,6	56,6	57,7	58,7	59,7	60,7
107	100,7	М +2П	47	48,9	50,8	52,7	54,6	56,5	58,5	60,4	62,3	64,2	66,1	68	69,9
		М + П	47,8	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,9	58,9	59,9
109	102	М +2П	45,7	47,4	49,2	50,9	52,7	54,5	56,2	57,9	59,7	61,4	63,2	64,9	66,7
		М + П	47,4	48,4	49,4	50,4	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4	57,3	58,3	59,3
111	103,9	М +2П	44,8	46,3	47,8	49,3	50,8	52,3	53,8	55,3	56,8	58,4	59,9	61,4	63
		М + П	45,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,8	56,8	57,8	58,7
113	105,8	М +2П	44	45,4	46,8	48,2	49,6	51	52,4	53,8	55,2	56,6	58	59,4	60,8
		М + П	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5
117	109,5	М +2П	43	44,3	45,6	46,9	48,2	49,5	50,8	52,1	53,4	54,7	56	57,3	58,6
		М+П	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	55,9	56,9	57,9

Технический отдел ЛТТУ.

Пр.3

ТЧ-5

ТАБЛИЦА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ [illegible] № Т4

[illegible] /У [illegible]/ – [illegible]

[illegible] № 752.

Табл.3.

Технический Отдел Т.Т.У.Ж.Д.

Ходовое время		Тип поезда	Уд.сопротивление движению кг/тн												
от	сек		4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
105	118,[illegible]	М+2П	30,6	32,4	34,2	36,0	37,8	39,6	41,4	43,2	45,0	46,8	48,6	50,4	52,2
		М+П	28,3	29,7	31,0	32,4	33,5	34,7	36,0	37,2	38,6	39,7	41,0	42,3	43,5
107	120,[illegible]	М+2П	29,0	30,7	32,3	34,0	35,6	37,3	38,9	40,6	42,2	43,9	45,5	47,2	48,8
		М+П	28,0	29,1	30,3	31,4	32,5	33,7	34,8	36,0	37,1	38,2	39,4	40,5	41,6
109	122,7	М+2П	27,5	29,1	30,6	32,2	33,7	35,3	36,8	38,4	39,9	41,6	43,1	44,6	46,1
		М+П	27,3	28,6	29,7	30,8	31,9	33,0	34,1	35,2	36,2	37,4	38,5	39,6	40,7
111	125,0	М+2П	26,9	28,3	29,7	31,1	32,5	33,9	35,3	36,7	38,1	39,5	40,9	42,3	43,7
		М+П	27,1	28,2	29,3	30,4	31,5	32,6	33,7	34,8	35,9	37,0	38,1	39,2	40,5
113	127,3	М+2П	26,2	27,5	28,8	30,1	31,4	32,7	34,0	35,3	36,6	37,9	39,2	40,5	41,8
		М+П	27,0	28,0	29,1	30,1	31,2	32,2	33,3	34,3	35,4	36,4	37,5	38,6	39,6
117	131,9	М+2П	25,7	26,9	28,0	29,1	30,3	31,4	32,6	33,7	34,9	36,0	37,2	38,3	39,5
		М+П	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0

ЦЗ-5

ТАБЛИЦА [illegible] ДЛЯ [illegible] № 608
[illegible] - [illegible]

Длина = 637

Табл. 4 Зл.о.

Удельное сопр-ние: вт	Удельное сопр-ние: Зел.	Тип поезда	Нач. сопротивление движению кг/тн.: 4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
115	102,[illegible]	М+2П	34,5	36,6	39,1	41,[illegible]	46,7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	57,3	59,8	[illegible],I
		М+П	[illegible]	[illegible],4	[illegible]	35,6	36,7	37,0	38,9	40	41,I	42,2	43,3	44,4	45,5
107	104,5	М+2П	33,0	[illegible],I	37,3	39,2	41,4	[illegible]	[illegible],5	47,7	49,3	51,9	54,0	[illegible],I	56,2
		М+П	31,6	32,6	33,7	34,7	35,[illegible]	36,8	37,8	38,0	40	41	42,I	43,1	44,2
111	100,5	М+2П	[illegible],2	[illegible],0	38,0	37,6	[illegible]	41,7	43	44,6	[illegible]	48,4	50,1	52	[illegible],0
		М+П	30,2	31,2	32,[illegible]	33,2	34,2	35,[illegible]	36,2	37,2	38,2	[illegible]	40,3	41,2	[illegible]
119	110,5	М+2П	31	32,5	33,9	35,4	36,0	38,3	39,7	41,2	42,6	44,I	45,6	47	48,6
		М+П	29,5	30,5	31,[illegible]	32,6	33,7	34,7	35,6	36,6	37,9	39,0	40	41,I	42,2
117	114,5	М+2П	30	31,2	32,4	33,9	[illegible],9	34,5	37,[illegible]	39	40,2	41,[illegible]	42,3	44,2	45,5
		М+П	28,3	29,5	30,[illegible]	31,[illegible]	32,0	34,1	35,2	36,3	37,4	37,[illegible]	39,7	40,[illegible]	42

Техническая секция Т.Э.У.Д.в.

Табл 5.

Табл. 6.

ак-5

ТАБЛИЦА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ДЛЯ ПЕРЕГОНА № 13

Школа - Парголовский.

Длина = 402.

Ходовое время		Тип поезда.	Нач. сопротивление движению кг/тн.												
% от т.т.	сек.		4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
105	77	М+2П	56,5	58,1	59,7	61,4	63,0	64,6	66,3	67,9	69,5	71,2	72,8	74,4	76,1
		М+П	55,7	56,8	57,8	58,9	59,9	61	62,0	63,1	64,1	65,2	66,2	67,3	68,3
107	78,5	М+2 П	54,0	55,7	57,3	59	60,6	62,3	63,9	65,6	67,2	68,9	70,5	72,2	73,8
		М + П	54,7	66,7	56,8	57,8	58,8	59,9	61	62	63,1	64,1	65,2	66,2	67,2
109	80,0	М+2П	52,6	54,1	66,5	57	58,4	59,9	61,3	62,8	64,4	65,9	67,3	68,8	70,2
		М+П	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
111	81,5	М+2П	51,6	52,9	54,2	55,5	56,8	58,1	59,4	60,7	62	63,3	64,6	65,9	67,2
		М+П	53,2	54,4	55,4	56,4	57,3	58,3	59,2	60,2	61,1	62,1	63,0	64,0	65
113	83,0	М+2П	50	51,3	52,6	53,9	55,2	56,5	57,8	59	60,3	61,6	62,9	64,2	65,5
		М+П	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8	63,7	64,6
117	86	М+2П	48,5	49,7	50,9	52,1	53,3	54,5	55,7	56,9	58,1	59,3	60,5	61,7	63,0
		М+П	52,5	53,5	54,4	55,4	56,3	57,3	58,2	59,2	60,1	61,1	62,0	63,1	64

Технический Отдел ТТУЛ"а

Проверено 195[illegible] г.